

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年5月21日 (21.05.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/042912 A1(51)国際特許分類⁷: H02P 21/00

(21)国際出願番号: PCT/JP2003/013480

(22)国際出願日: 2003年10月22日 (22.10.2003)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願2002-306922
2002年10月22日 (22.10.2002) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 西原 恵司 (NISHIHARA,Kelji) [JP/JP]; 〒607-8492 京都府京都市山科区日ノ岡寅谷町 17-51 Kyoto (JP). 延川 秀夫 (NOBEKAWA,Hideo) [JP/JP]; 〒617-0824 京都府長岡京市天神 1-23-7 Kyoto (JP). 森 英明 (MORI,Hideaki) [JP/JP]; 〒591-8023 大阪府堺市中百舌鳥町 2丁78-2、南秀苑なかもず306 Osaka (JP). 後藤 誠 (GOTOU,Makoto) [JP/JP]; 〒613-8184 兵庫県西宮市鳴尾町4丁目7番2号 Hyogo (JP).

(74)代理人: 中島 司朗 (NAKAJIMA,Shiro); 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎三丁目2番1号 淀川5番館6F Osaka (JP).

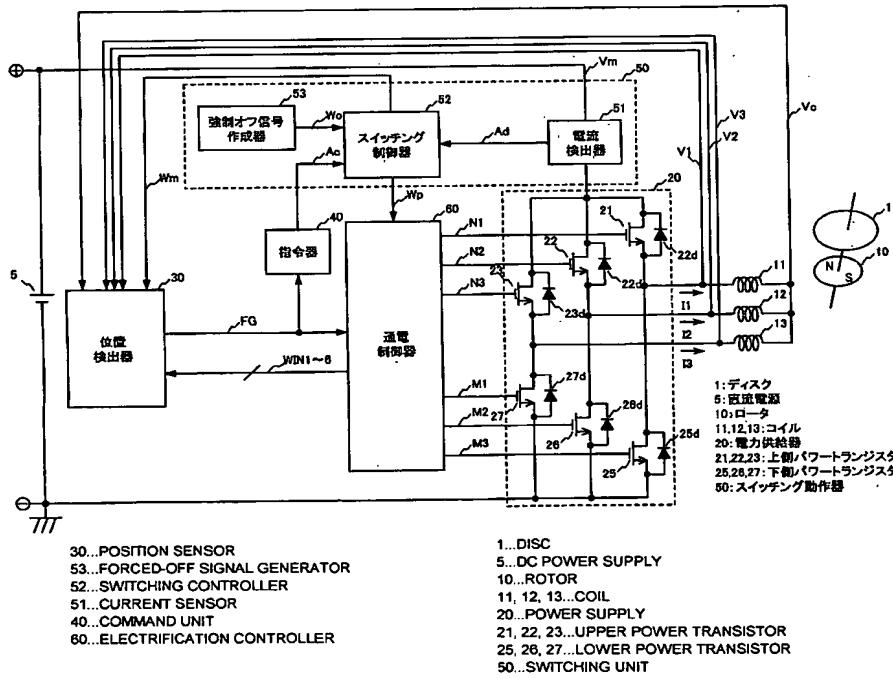
(81)指定国(国内): CN, JP, KR, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[統葉有]

(54)Title: MOTOR DRIVER

(54)発明の名称: モータ駆動装置



(57) Abstract: A motor driver for driving a motor having a rotor and phase coils for generating a magnetic field to rotate the rotor by using a PWM switching action. The motor driver comprises transistors acting as switches for switching current supply paths to the coils, position sensing means for determining the rotational position of the rotor from the terminal voltages of the coils, and switching control means for allowing the transistors to perform switching actions associated with switching between the on-state and off-state according to the result of the determination by the position sensing means so as to rotate the rotor at

[統葉有]

WO 2004/042912 A1



— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

a predetermined rotational speed. The switching control means further controls the transistors so that the transistors are forcedly kept off for a predetermined period of time at predetermined cycles. The position sensing means senses the position during the time when the switching control means forcedly keep the transistors off.

(57) 要約:

ロータと、ロータを回転させるために磁界を発生する複数相のコイルとからなるモータをPWMスイッチング動作を用いて駆動するモータ駆動装置であって、各コイルへの電流供給経路の開閉スイッチとして動作する複数のトランジスタと、各コイルの端子電圧に基づいてロータの回転上の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段による検出結果に基づいて、ロータを所定速度で回転させるために、前記トランジスタにオン状態とオフ状態との切替えに係るスイッチング動作を行わせるスイッチング制御手段とを備え、前記スイッチング制御手段は更に、各トランジスタについて所定の周期で当該トランジスタを所定期間強制的にオフ状態にするよう制御し、前記位置検出手段は、前記スイッチング制御手段がトランジスタを強制的にオフ状態にしている期間内に前記位置の検出を行う。

明細書

モータ駆動装置

技術分野

5 本発明は、 PWM (Pulse Width Modulation: パルス幅変調) センサレス駆動を行うモータ駆動装置に関する。

背景技術

以下、従来のモータ駆動装置について説明する。

10 図14は、従来のモータ駆動装置の構成を示す。

同図において、ロータ1010は、永久磁石による界磁部を有し、コイル1011、1012、1013との相互作用により回転力を発生する。電力供給器1020は、3個の上側パワートランジスタ及び3個の下側パワートランジスタを含んで構成され、コイル1011、1012、1013への電力供給を行う。位置検出器1030は、コイル1011、1012、1013の一端の端子電圧V1、V2、V3それぞれと共に電圧Vcとを比較し、比較結果に応じて検出パルス信号FGを出力する。指令器1040は、ロータ1010を速度制御する速度指令信号ECを出力する。この信号ECに応じて、スイッチング制御器1050は、電力供給器1020の上側パワートランジスタをPWM動作させるためのPWM信号WPを出力する。通電制御器1060は、検出パルス信号FGとPWM信号WPとに応じて、コイル1011、1012、1013を通電制御するための上側通電制御信号N1、N2、N3と下側通電制御信号M1、M2、M3を出力する。これにより電力供給器1020は、コイル1011、1012、1013に電力供給を行い、モータのPWMセンサレス駆動を行う。

25 また、特開2001-346394号公報(第18-31頁、段落番号0051)に示すように、位置検出の遅れによる加速回転動作の不安定をなくすために、位置検出を安定に行わせる構成としているものもある。

これら従来のモータ駆動装置においては、起動失敗を引き起こしやすいことが問題となっている。起動初期は、ロータ1010の位置が不定であり、回転速度30 が遅いためコイル1011、1012、1013に誘起される逆起電圧が小さい。

このためコイル1011、1012、1013の端子電圧V1、V2、V3及び共通電圧Vcとの比較結果に基づいて位置を検出する位置検出器1030が、検出を誤るからである。

特に、モータをPWM駆動させる場合、PWM動作特有の誘導ノイズが検出相の端子電圧に重畠されるので、その影響により位置検出器1030はますます誤検出を起こす確率が高い。

この問題の対処する別の従来技術として、起動時に特定相にロータを引きつけてロータの位置固定を行って起動させる方法もあるが、位置固定に要する時間が長くなるため、起動時間が長くなるという問題がある。

本発明は、上記問題に鑑みたもので、PWMセンサレス駆動において、PWM動作特有の誘導ノイズの影響を考慮し、安定したPWMセンサレス起動が可能なモータ駆動装置を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するため、本発明のモータ駆動装置は、ロータと、ロータを回転するために磁界を発生する複数相のコイルとからなるモータを駆動するモータ駆動装置であって、各コイルへの電流供給経路の開閉スイッチとして動作する複数のトランジスタと、各コイルの端子電圧に基づいてロータの回転上の位置を検出する位置検出手段と、前記位置検出手段による検出結果に基づいて、ロータを所定速度で回転させるために、前記トランジスタにオン状態とオフ状態との切替に係るスイッチング動作を行わせるスイッチング制御手段とを備え、前記スイッチング制御手段は更に、各トランジスタについて所定の周期で当該トランジスタを所定期間強制的にオフ状態にするよう制御し、前記位置検出手段は、前記スイッチング制御手段がトランジスタを強制的にオフ状態にしている期間内にのみ前記位置の検出を行うことを特徴とする。

この構成によれば、スイッチング制御手段がトランジスタを強制的にオフ状態にしている期間内にのみロータの位置の検出が行われる。この期間内においては、PWM動作特有の誘導ノイズによる位置の誤検出を防ぐことができ、その結果、誤検出による起動の失敗を防ぐことができる。つまり、安定したPWMセンサレス起動が可能となる。

特に、トランジスタのオン状態とオフ状態との切替えを高周波スイッチング動作させて、モータをPWM駆動させる場合、PWM動作による電流変化で生じた誘導ノイズが、位置検出対象のコイルの端子電圧に重畠される。この誘導ノイズが重畠された端子電圧を用いて位置検出が行われた場合には、誤検出が生じやす
5 くなるので、本発明は、PWM動作の強制オフ区間で位置検出を行う構成としている。

また本発明は前記ロータは、永久磁石を有し、前記各コイルはステータに配置されており、前記モータ駆動装置は更に、電力供給源となる直流電源手段を備え、前記複数のトランジスタは、前記直流電源手段の一方の端子側から前記各コイル
10 の一端への電流供給経路の開閉スイッチとして動作するトランジスタ群と、前記直流電源手段の他方の端子側から前記各コイルの一端への電流供給経路の開閉スイッチとして動作するトランジスタ群とからなり、前記スイッチング制御手段は、前記強制的なオフ状態への制御を、少なくとも一方の前記トランジスタ群の各トランジスタを対象として行うことを特徴としてもよい。

15 この構成によれば、前記スイッチング制御手段は、少なくとも一方の前記トランジスタ群を対象として当該制御を行えばよいので、両方の前記トランジスタ群を対象とする必要がない分、回路を簡略化することもできる。

また本発明は前記位置検出手段は、前記スイッチング制御手段が前記強制的なオフ状態へ制御を行う際の、オン状態からオフ状態への変化時点から所定時間においては前記位置の検出を抑止し、前記スイッチング制御手段による強制的なオフ状態への制御に係る前記所定期間は、前記所定時間より長いことを特徴としてもよい。

この構成によれば、前記所定期間に生じるリングによる検出への悪影響を回避することができる。

25 また本発明は前記モータ駆動装置は更に、前記ロータの回転速度が所定速度以上であるか否かを判定する回転速度判定手段を備え、前記位置検出手段は、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合には、少なくともトランジスタがオン状態にされている期間において前記位置の検出を行うことを特徴としてもよい。

30 この構成によれば、回転速度が所定速度以上の場合、PWM動作による電流変

化に伴う誘導ノイズによる影響は小さくなるので、より安定した位置検出ができる。

また本発明は前記スイッチング制御手段は、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合には前記強制的なオフ状態への制御を抑止する

5 ことを特徴としてもよい。

この構成により、回転速度が所定速度未満の、つまり起動初期の誤検出が発生しやすい速度の間は強制オフを行うことにより誤検出を防ぐことができる。一方、回転速度が所定速度以上になると、所定速度未満の場合と比べて誤検出は生じにくい。また所定速度以上の回転速度では、広い区間の強制オフによって駆動電流10 の乱れて回転が不安定になりやすいことが問題となる。従って、回転速度が所定速度以上に達すると、強制オフを抑止することで、駆動電流の乱れを抑え、安定した回転となるようにしている。

また本発明は前記位置検出手段は、前記回転速度が所定速度以上でないと判定された場合に、前記スイッチング制御手段が前記強制的なオフ状態へ制御を行う際の、オン状態からオフ状態への変化時点から第1時間においては前記位置の検出を抑止し、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合に、トランジスタがオフ状態からオン状態に変化した時点から第2時間においては前記位置の検出を抑止し、前記スイッチング制御手段による強制的なオフ状態への制御に係る前記所定期間は、前記第1時間より長いことを特徴としてもよい。

20 この構成により、回転速度が所定速度未満の場合において、強制オフによってトランジスタがオン状態からオフ状態に変化した時点から最初の第1時間においては位置検出を抑止することで、その期間に起こり得るリンクによる悪影響を回避することができる。また回転速度が所定速度以上の場合には、トランジスタがオフ状態からオン状態に変化した時点から最初の第2時間においては位置検25 出を抑止することで、その期間に起こり得るリンクによる悪影響を回避することができる。

また本発明は前記回転速度判定手段は、前記位置検出手段による位置の検出結果に基づいて前記判定を行うことを特徴としてもよい。

この構成により、回転速度判定手段は、速度判定用の機構を特別に設ける必要30 なく、位置検出手段の検出結果を利用して判定を行うことができるので、回路を

簡略化することができる。

また本発明は前記スイッチング制御手段は、所定のトランジスタを一定周期毎にオン状態にさせ、当該オン状態にさせる直前に特定時間だけオフ状態にすることを特徴としてもよい。

5 また本発明は前記スイッチング制御手段が、前記強制的にオフ状態にする前記所定の周期は、 $1/20000$ 秒以下であることを特徴としてもよい。

また本発明は前記位置検出手段は、前記各コイルの端子電圧と、前記全コイルの中点電圧又は前記各コイルの端子電圧から擬似的に構成した中点電圧とを比較することにより、ロータの前記位置を検出することを特徴としてもよい。

10 また本発明は前記スイッチング制御手段が、前記強制的にオフ状態にする制御を行う期間は前記各コイルの駆動電流が0となる区間を含む期間であり、前記位置検出手段は、前記区間において前記位置の検出を行うことを特徴としてもよい。

図面の簡単な説明

15 図1は、実施の形態1に係るモータ駆動装置の構成を示す。

図2は、位置検出器30の具体的な構成を示す。

図3は、スイッチング動作器50の具体的な構成を示す。

図4は、スイッチング制御器52の各信号波形の関係を示す

図5は、実施の形態2に係るモータ駆動装置の構成を示す。

20 図6は、位置検出器30Aの具体的な構成を示す。

図7は、実施の形態3のモータ駆動装置の構成を示す。

図8は、スイッチング動作器50の具体的な構成を示す。

図9は、第1の位置検出モードにおけるスイッチング制御器52の各信号波形の関係を示す。

25 図10は、第2の位置検出モードにおけるスイッチング制御器52の各信号波形の関係を示す。

図11は、実施の形態4のモータ駆動装置の構成を示す。

図12は、スイッチング制御器52Aの具体的な構成を示す。

図13は、スイッチング制御器52Aの各信号波形の関係を示す。

30 図14は、従来のモータ駆動装置の構成を示す。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1に係るモータ駆動装置の構成を示す。

5 同図において、ロータ10は、永久磁石の発生磁束により複数極の界磁磁束を発生する界磁部が取り付けられ、3相コイル11、12、13は固定体であるステータに配置され、ロータ10との相対関係に対して電気的に120度相当ずらされて配置されている。各コイルの一端は電力供給器20に接続され、他方は共通接続されている。3相コイル11、12、13は3相の駆動電流I1、I2、
10 I3により3相磁束を発生し、ロータ10との相互作用によって駆動力を発生し、ロータ10及びロータ10に取りつけられたディスク1が回転する。

電力供給源である直流電源5は負極端子側をアース電位に接続され、正極端子側に所要の直流電圧Vmを供給している。直流電源5の正極端子側には電流検出器51を介して3個の上側パワートランジスタ21、22、23の電流流入端子側が共通接続され、上側パワートランジスタ21、22、23の電流流出端子側にはそれぞれ3相コイル11、12、13の電力供給端子側が接続されている。
15 また、直流電源5の負極端子側には3個の下側パワートランジスタ25、26、27の電流流出端子側が共通接続され、下側パワートランジスタ25、26、27の電流流入端子側はそれぞれ3相コイル11、12、13の電力供給端子側が接続されている。さらに、上側パワートランジスタ21、22、23には上側パワーダイオード21d、22d、23dがそれぞれ逆並列接続され、下側パワートランジスタ25、26、27には下側パワーダイオード25d、26d、27dがそれぞれ逆並列接続されている。なお、上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27はNチャンネル電界効果型パワートランジスタを使用し、各Nチャンネル電界効果型パワートランジスタに逆並列接続されて形成された寄生ダイオードをそれぞれ上側パワーダイオード21d、22d、23d及び下側パワーダイオード25d、26d、27dとして使用している。
20 電力供給器20は、上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27ならびに上側パワーダイオード21d、22d、
25 23d及び下側パワーダイオード25d、26d、27dとして使用している。

電力供給器20は、上側パワートランジスタ21、22、23及び下側パワートランジスタ25、26、27ならびに上側パワーダイオード21d、22d、
30 23d及び下側パワーダイオード25d、26d、27dとして使用している。

23 d 及び下側パワーダイオード 25 d、26 d、27 d で構成される。上側パワートランジスタ 21、22、23 は、通電制御器 60 の上側通電制御信号 N1、N2、N3 に応じて直流電源 5 の正極端子側と 3 相コイル 11、12、13 の電力供給端子間の電力供給路を開閉動作し、3 相コイル 11、12、13 への駆動電流 I1、I2、I3 の正極側電流を供給する電流路を形成する。上側通電制御信号 N1、N2、N3 は、スイッチング制御器 52 の PWM 信号 Wp により各通電区間においてデジタル的な PWM 信号になっている。つまり、上側パワートランジスタ 21、22、23 は高周波スイッチング動作を行う。下側パワートランジスタ 25、26、27 は、通電制御器 60 の下側通電制御信号 M1、M2、M3 に応じて直流電源 5 の負極端子側と 3 相コイル 11、12、13 の電力供給端子間の電力供給路を開閉動作し、3 相コイル 11、12、13 への駆動電流 I1、I2、I3 の負極側電流を供給する供給路を形成する。なお、スイッチング制御器 52 の構成及び動作の詳細は後述する。

位置検出器 30 はディスク 1 及びロータ 10 の回転位置を検出し、検出結果に対応した検出パルス信号 FG を出力する。図 2 に位置検出器 30 の具体的な構成を示す。位置検出器 30 は 4 個の入力抵抗 31、32、33、34 及び 3 個の電圧比較回路 35、36、37 とノイズ除去回路 38 と検出回路 39 を含んで構成される。3 相コイル 11、12、13 の一端に生じる端子電圧 V1、V2、V3 及び共通接続された中点電圧 Vc はそれぞれ入力抵抗 31、32、33 及び 34 を介して電圧比較回路 35、36、37 に入力される。電圧比較回路 35、36、37 は端子電圧 V1、V2、V3 及び中点電圧 Vc を直接比較し、比較結果に応じた電圧比較信号 C1、C2、C3 を出力する。ノイズ除去回路 38 は電圧比較回路 35、36、37 の電圧比較信号 C1、C2、C3 に含まれる高周波スイッチング動作に伴うスイッチングノイズのノイズ除去を行い、ノイズ除去後の電圧比較信号 C1R、C2R、C3R を出力する。なお、ノイズ除去にはスイッチング制御器 52 のマスク信号 Wm を用いる。マスク信号 Wm については後述する。次に、検出回路 39 はノイズ除去回路 38 のノイズ除去後電圧比較信号 C1R、C2R、C3R と通電制御器 60 の検出ウィンドウ信号 WIN1～6 を用い、ディスク 1 及びロータ 10 の位置検出を行い、検出結果に対応した検出パルス信号 FG を出力する。検出パルス信号 FG は指令器 40 と通電制御器 60 に入力される。

ここで、検出ウィンドウWIN1～6について説明する。検出ウィンドウ信号WIN1～6は通電制御器60の出力信号であり、それぞれ非通電相における3相コイル11、12、13に誘起される逆起電圧の立ち上がり及び立ち下りゼロクロスの検出用ウィンドウに対応している。例えば、検出ウィンドウ信号WIN5 1はコイル11の逆起電圧の立ち上がりゼロクロス検出用ウィンドウで、検出ウィンドウ信号WIN2はコイル13の逆起電圧の立ち下りゼロクロス検出用ウィンドウとなる。このように検出ウィンドウ信号WIN1～6は電気角で60度ずつ位相がずれた信号となる。

指令器40はディスク1及びロータ10の回転速度を所定速度に速度制御する速度制御回路を含んで構成され、位置検出器30の検出パルス信号FGによりディスク1及びロータ10の回転速度を検出し、目標回転速度との差に応動した速度指令信号Acを出力する。

スイッチング動作器50は電流検出器51とスイッチング制御器52と強制オフ信号作成器53を含んで構成される。図3にスイッチング動作器50の具体的な構成を示す。電流検出器51は電流検出抵抗110を含んで構成され、直流電源5の正極端子側から上側パワートランジスタ21、22、23を介して3相コイル11、12、13に供給する通電電流または供給電流に比例した電流検出信号Adを出力する。

強制オフ信号作成器53は一定周期To毎にLレベルとなる強制オフ信号Woを出力し、スイッチング制御器52に入力する。スイッチング制御器52は、電流検出器51の電流検出信号Adと指令器40の速度指令信号Acの比較を行い、比較結果に応じたPWMリセット信号Prを出力し、それに応じてPWM信号Wpとマスク信号Wmを出力する。PWM信号Wpは通電制御器60に入力され、マスク信号Wmは位置検出器30のノイズ除去回路38に入力される。PWM信号Wpは電力供給器20の上側パワートランジスタ21、22、23を高周波スイッチング動作(PWM動作)させる信号となる。

なお、本実施の形態1のモータ駆動装置は電流検出器51を直流電源5の負極端子側と下側パワートランジスタ25、26、27との間に構成しても同様である。

30 スイッチング制御器52は比較回路111と基準トリガ発生回路112とPW

M信号作成回路113と論理積ゲート115とマスク信号作成回路116を含んで構成される。比較回路111は電流検出器51の電流検出信号Adと指令器40の速度指令信号Acとの比較を行い、比較結果に応動したPWMリセット信号Prを出力する。具体的には、電流検出信号Adが速度指令信号Acよりも大きくなるとPWMリセット信号はLレベルからHレベルに状態変化する。基準トリガ発生回路112は一定周期Tpで基準トリガ信号Psを出力する回路である。具体的に $1/T_p$ は20kHz～500kHzの値である。PWM信号作成回路113は比較回路111のPWMリセット信号Prと基準トリガ発生回路112の基準トリガ信号Psにより基本PWM信号Wbを出力する。図4に基準トリガ信号PsとPWMリセット信号Prと基本PWM信号Wbとの関係を示す。基本PWM信号Wbは一定周期Tpの基準トリガ信号Psの立ち上がりエッジでHレベルに状態変化し、PWMリセット信号Prの立ち上がりエッジによってLレベルに状態変化する。このように、基本PWM信号Wbは電流検出信号Adと速度指令信号Acの比較結果に応じたPWM信号となる。つまり、基本PWM信号Wbは指令器40の速度指令信号Acに応動してデューティーを変更するPWM信号であり、具体的には、目標回転速度に対してディスク1及びロータ10の実回転速度が遅い場合、指令器40の速度指令信号Acは大きくなり、基本PWM信号Wbのオンデューティーも大きくなる。また、逆に目標回転速度に対してディスク1及びロータ10の実回転速度が速い場合、指令器40の速度指令信号Acは小さくなり、基本PWM信号Wbのオンデューティーも小さくなる。また、目標回転速度とディスク1及びロータ10の実回転速度がほぼ等しい場合、指令器40の速度指令信号Acは目標回転速度に対応した値となり、基本PWM信号Wbのオンデューティーもほぼ目標回転速度に対応した値となる。

以上のように、位置検出器30の検出パルス信号FGからディスク1およびBロータ10の回転速度を検出し、目標回転速度との差に応動した速度指令信号Acを出力し、それに応動して基本PWM信号Wbのオンデューティーを変更させることによりディスク1及びロータ10の速度制御を行う。

強制オフ信号作成器53は一定周期To毎に電力供給器20の上側パワートランジスタ21、22、23を強制的にオフ動作させる強制オフ信号Woを出力し、スイッチング制御器52の論理積ゲート115の一方の入力端子に入力する。他

方の入力端子には PWM 信号作成回路 113 の基本 PWM 信号 W_b が入力され、論理積ゲート 115 は論理積合成を行い PWM 信号 W_p を出力する。図 4 にスイッチング制御器 52 の各信号波形の関係を示す。この PWM 信号 W_p により電力供給器 20 の上側パワートランジスタ 21、22、23 は高周波スイッチング動作を行う。つまり、基本 PWM 信号 W_b による高周波スイッチング動作に加え、強制オフ信号 W_o により一定周期 T_o 毎に強制的に強制オフ動作を行う。このとき、強制オフ動作により一定周期 T_o 毎に必ず電流を切るため、強制オフ信号 W_o の繰り返し周波数 $1/T_o$ が可聴周波数領域内にあると騒音が問題となる。そのため、強制オフ信号 W_o の繰り返し周波数 $1/T_o$ は可聴周波数領域外（20 kHz 以上）に設定しておくことが望ましい。即ち、 T_o は $1/20000$ 秒以下が望ましい。なお、強制オフ信号 W_o による強制オフ動作タイミングは、本実施の形態 1 のモータ駆動装置のような一定周期 T_p に限定されず、任意の周期もしくは任意のタイミングで強制オフ動作を行っても良い。

また、PWM 信号 W_p はマスク信号作成回路 116 にも入力される。マスク信号作成回路 116 は位置検出器 30 のノイズ除去回路 38 において電圧比較信号 C1、C2、C3 に重畠した高周波スイッチング動作に伴うスイッチングノイズを除去するためのマスク信号 W_m を出力する。マスク信号 W_m の H レベル区間が高周波スイッチングノイズをマスクする区間であり、マスク信号 W_m の L レベル区間が位置検出可能な区間となる。本実施の形態 1 のモータ駆動装置は、マスク信号 W_m は強制オフ区間以外を全てマスクし、さらに強制オフ後の第 1 の所定時間 T_a をマスクする信号としている。したがって、ディスク 1 及びロータ 10 の回転上の位置を検出することが可能な区間は、強制オフ区間 A から第 1 の所定時間 T_a を除いた図 4 の区間 X のみとなる。つまり、強制オフ区間でのみ位置検出を行っている。なお、強制オフ区間 A は必ず強制オフ後の第 1 の所定時間 T_a よりも長い時間 ($A > T_a$) に設定する必要がある。

通電制御器 60 は、位置検出器 30 の検出パルス信号 FG に応動した上側通電制御信号 N1、N2、N3 及び下側通電制御信号 M1、M2、M3 を出力し、電力供給器 20 の上側パワートランジスタ 21、22、23 及び下側パワートランジスタ 25、26、27 の 3 相コイル 11、12、13 への通電制御を行う。上側通電制御信号 N1、N2、N3 にはスイッチング制御器 52 の PWM 信号 W_p

が論理合成される。上側通電制御信号N1、N2、N3（PWM信号W_P）により上側パワートランジスタ21、22、23は高周波スイッチング動作を行い、下側通電制御信号M1、M2、M3により下側パワートランジスタ25、26、27はフルオン動作を行う。具体的に説明すると、コイル11からコイル12への通電制御がなされている場合、上側パワートランジスタ21が上側通電制御信号N1により高周波スイッチング動作を行い、下側パワートランジスタ26が下側通電制御信号M2によりフルオン動作を行っている。上側パワートランジスタ21がPWM信号W_Pによりオン動作している時、上側パワートランジスタ21は直流電源5の正極側端子からコイル11に正極側電流を供給し、下側パワートランジスタ26は直流電源5の負極側端子からコイル12に負極側電流を供給している。次に、PWM信号W_Pがオフするとコイル11に流れていた正極側電流はコイルのインダクタンス作用により流れづけようとするため、同一相の下側パワーダイオード25dによりコイル11に正極側電流を供給する。このようにしてPWM動作を行う。また、先にも説明したように通電制御器60は位置検出器30の検出パルス信号FGに応動した検出ウィンドウ信号WIN1～6も出力する。

本実施の形態1のモータ駆動装置は、以上のような構成でPWMセンサレス駆動を行う。一般に、モータのセンサレス駆動はディスク1及びロータ10の回転位置を検出する必要があるため、非通電相区間、つまり、電力供給器20の同相上下パワートランジスタがオフの区間を設け、その区間でそのコイルに誘起される逆起電圧のゼロクロス検出を行い、モータのセンサレス駆動を行っている。しかし、起動初期はロータ位置が不定であり、回転速度が遅いため、3相コイル11、12、13も誘起される逆起電圧は小さく、位置検出が困難である。そのため、センサレス駆動では起動失敗を起こすことがあり問題であった。特に、モータをPWM駆動させる場合、PWM動作による電流変化に伴う誘導ノイズが検出相の端子電圧に重畠されることがわかった。したがって、PWMセンサレス起動させる場合、誘導ノイズによる影響で位置を誤検出し、起動失敗を起こすことが生じていた。このように、PWM動作には電流変化に伴う誘導ノイズが発生しており、特に起動初期は誘導ノイズが位置検出に及ぼす影響も大きくなる。

ここで誘導ノイズについて説明を行う。誘導ノイズとはPWM動作による電流

変化に伴って発生する電圧である。誘導ノイズを具体的に説明すると、図1の電力供給器20において、上側パワートランジスタ21をPWM動作させ、下側パワートランジスタ27をフルオン動作させる。この状態はコイル11からコイル13への通電であり、検出相はコイル12となる。通常、モータが回転していない場合は共通接続された中点電圧Vcと検出相（コイル12）の端子電圧V2は等しくなり、その差電圧は0となるはずである。しかしながら、PWM動作を行わせると、中点電圧Vcに対して検出相の端子電圧V2にPWM動作特有の現象である誘導ノイズが重畠される。誘導ノイズはPWM動作による電流変化に伴い発生する電圧であるが、電流変化量が正の場合と負の場合とではその極性は逆極性になる。また、電流変化量の大きさに対しても誘導ノイズの大きさは変わる。

起動の方法として、起動開始前に特定相にディスク1及びロータ10を引きつけ、位置の固定を行ってから起動させる方法がある。このように初期位置の固定を行ってから起動させると安定したセンサレス起動が可能であるが、初期位置の固定に要する時間が長くなってしまう。そのため、起動初期は強制同期駆動を行い、その後センサレス駆動に切換える起動を行わせる方法を採用されることが多い。本実施の形態1のモータ駆動装置のように電流検出器51により3相コイル11、12、13の駆動電流のピーク検出を行う構成では、起動開始の直後のPWM信号Wpのオンデューディーは大きく、ほぼ100%である。つまり、ほとんどPWM動作のオン区間で位置検出を行う状態であり、この場合、検出相の端子電圧にはPWM動作による正の電流変化に伴う誘導ノイズが重畠され、その影響で位置を誤検出し、起動失敗を起こすことが生じていた。

そこで、本実施の形態1のモータ駆動装置では、PWM動作にオフ区間を設けて位置検出を行う構成とした。具体的には、スイッチング動作器50に強制オフ信号作成器53を設け、強制オフ信号作成器53は一定周期T0毎に電力供給器20の上側パワートランジスタ21、22、23を強制的にオフ動作させる強制オフ信号Woを出力し、位置検出器30において強制オフ区間でのみ位置検出を行う。これにより、強制オフ区間でのみ位置検出動作を行うため、PWM動作による負の電流変化における位置検出となる。したがって、このときの誘導ノイズは正の電流変化に伴う誘導ノイズに対して逆極性となる。このように構成することで安定したPWMセンサレス起動が可能となる。

なお、強制オフ区間Aは強制オフ後の第1の所定時間T_aより長い時間（A>T_a）であればどのような時間でもよい。具体的には、3μs以上で20μs以下の値にしている。また、誘導ノイズによる影響をさらに小さくしたい場合には、例えば、駆動電流が0になるような長い強制オフ区間Aを設定し、駆動電流が0の区間で位置検出を行う構成とすれば、駆動電流が0の区間ではPWM動作による電流変化がないので誘導ノイズが発生しない。つまり、誘導ノイズによる影響を無視することが可能となる。

（実施の形態2）

図5は、実施の形態2に係るモータ駆動装置の構成を示す。図1のモータ駆動装置では3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3と共に接続された中点電圧Vcを位置検出器30に入力し、位置検出器30においてディスク1及びロータ10の回転位置の検出を行っているのに対し、本実施の形態2のモータ駆動装置では、3相コイル11、12、13の端子電圧V1、V2、V3のみを位置検出器30Aに入力し、中点電圧Vcを用いずに、位置検出器30Aにおいて回転位置の検出を行っている点が異なっている。

図6に位置検出器30Aの具体的な構成を示す。3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3は入力抵抗31、32、33を介して電圧比較回路35、36、37の一方の入力端子に入力される。電圧比較回路35、36、37の他方の入力端子には、3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3から擬似的に作成した中点電圧Vciが入力される。擬似中点電圧Vciは端子電圧V1、V2、V3にそれぞれ抵抗34A、34B、34Cを接続し、それらの一端を共通接続することにより作成する。電圧比較回路35、36、37は3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3と擬似中点電圧Vciの直接比較を行う。電圧比較回路35、36、37以降の回路構成は実施の形態1の位置検出器30と同じであり、このように3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3のみを用いて回転位置検出を行う。

以上のように構成することにより、位置検出器30Aの入力は3相コイル11、12、13の一端に生じる端子電圧V1、V2、V3の3個でよく、実施の形態1のモータ駆動装置と比較して、入力を1個削減できる。つまり、モータの中点

電圧から位置検出器30Aへの配線1本と入力端子を1個削減できる。

(実施の形態3)

図7は、実施の形態3のモータ駆動装置の構成を示す。

同図の構成は、図1の構成に対して回転速度判定器70を追加している点が異

5 なっている。

位置検出器30の検出パルス信号FGは回転速度判定器70に入力され、回転速度判定器70は、位置検出パルス信号FGを用いてディスク1及びロータ10の回転速度判定を行い、ディスク1及びロータ10の回転速度が所定の回転速度以上になるとHレベルとなる回転速度判定信号NSを出力する。なお、ディスク10及びロータ10の回転速度判定は位置検出パルス信号FGを用いて判定を行う構成に限定されず、その他の構成で回転速度の判定を行ってもよい。

図8にスイッチング動作器50の具体的な構成を示す。基本的な構成は実施の形態1のモータ駆動装置と同じである。回転速度判定信号NSは強制オフ信号作成器53及びスイッチング制御器52のマスク信号作成回路116に入力される。

15 ここで回転速度判定信号NSがLレベル、つまり、ディスク1及びロータ10の回転速度が起動開始から所定の回転速度に達するまでの期間における位置検出を第1の位置検出モードとし、回転速度判定信号がHレベル、つまり、ディスク1及びロータ10の回転速度が所定の回転速度以上における位置検出を第2の位置検出モードとする。

20 図9に第1の位置検出モードにおけるスイッチング制御器52の各信号波形の関係を示す。第1の位置検出モードでは、強制オフ信号作成器53は強制オフ信号Woを出力する。したがって、PWM信号Wpは基本PWM信号Wbと強制オフ信号Woの論理積出力となる。このPWM信号Wpにより、電力供給器20の上側パワートランジスタ21、22、23は強制オフ動作を含むPWM動作を行う。一方、マスク信号作成器116は強制オフ区間以外を全てマスクし、さらに強制オフ後の第1の所定時間Taをマスクするマスク信号Wmを出力する(実施形態1と同様)。つまり、第1の位置検出モードでは強制オフ区間Aから第1の所定時間Taを除いた区間Xにおいてのみ位置検出が可能となる。なお、強制オフ区間Aは第1の所定時間Taに対し、A > Taであればよい。

30 次に、図10に第2の位置検出モードにおけるスイッチング制御器52の各信

号波形の関係を示す。第2の位置検出モードでは、強制オフ信号作成器53はHレベルを出力する。したがって、PWM信号W_pは基本PWM信号W_bと強制オフ信号W_o(Hレベル)の論理積出力なので、PWM信号W_pは基本PWM信号W_bとなる。このPWM信号W_pにより、電力供給器20の上側パワートランジ
5 スタ21、22、23はPWM動作を行う。一方、マスク信号作成器116はPWM信号W_pに対し、PWM動作のオフ区間中におけるオフ区間に移行直後の第1の所定時間T_aを除いた区間X、及びPWM動作のオン区間中におけるオン区間に移行直後の第2の所定時間T_bを除いた区間Yにおいて位置検出が可能となる。

10 以上のように、起動開始から所定の回転速度に達するまで強制オフ区間でのみ位置検出動作を行う第1の位置検出モードでは安定したPWMセンサレス起動が可能である。しかしながら、広いオフ区間を設定しているため、駆動電流が乱れ、不安定になりやすい。したがって、本実施の形態3のモータ駆動装置では、所定の回転速度以上で強制オフ信号W_oの出力をHレベルとし、強制オフ動作を禁止
15 することにより駆動電流の乱れを抑え、また、PWM動作のオン側及びオフ側で位置検出可能なマスク信号W_mを出力する第2の位置検出モードを用い、ディスク1及びロータ10の回転速度に応じて第1の位置検出モードと第2の位置検出モードとを切替えて位置検出を行う構成としている。

以上の構成により、回転速度判定器70の出力信号である回転速度判定信号N
20 Sにより第1の位置検出モードと第2の位置検出モードを切替えて位置検出を行う。起動開始から所定の回転速度に達するまで強制オフ区間でのみ位置検出を行うため、安定したPWMセンサレス起動が可能で、かつ、所定の回転速度以上で強制オフ動作を禁止し、PWM動作のオン区間またはオフ区間で位置検出を行うため、定常時も安定した動作が可能となる。

25 (実施の形態4)

図11は、実施の形態4のモータ駆動装置の構成を示す。

同図の構成は、図1の構成に対して、スイッチング動作器50のスイッチング制御器52Aが異なっている。

30 図12は、スイッチング制御器52Aの具体的な構成を示す。図1のスイッチング制御器52と異なる点は、所定時間オフ信号作成回路117が追加され、論

理積ゲート 115 が 3 入力になった点である。

図 13 にスイッチング制御器 52A の各信号波形の関係を示す。所定時間オフ信号作成回路 117 は基準トリガ発生回路 112 の基準トリガ信号 P_s に同期し、一定周期 T_p の基準トリガ信号 P_s のオンタイミング直前に所定時間 T_f だけオフさせる所定時間オフ信号 W_f を出力する。論理積ゲート 115 は PWM 信号作成回路 113 の基本 PWM 信号 W_b と強制オフ信号作成器 53 の強制オフ信号 W_o と所定時間オフ信号作成回路 117 の所定時間オフ信号 W_f の論理積合成を行い、PWM 信号 W_p として出力する。その他の構成は実施の形態 1 のモータ駆動装置と同じである。

本発明のようなモータ駆動装置の PWM 制御では、基準トリガ信号 P_s により PWM動作を開始し、ピーク値の検出により PWM動作を完了するという一連の動作を、基準トリガ信号 P_s 每に行っている。このような駆動装置では、駆動する負荷（例えばディスク）の回転変動により、駆動電流が変動することになり、ある周期の PWM動作を完了する前に次の周期の PWM動作を開始するという現象、いわゆるスイッチング抜け現象、という誤動作を起し易い傾向を持つ。

以上のように構成することにより、強制オフ区間以外では必ず一定周期 T_p 每に PWM動作を行って、スイッチング抜け現象を防ぐことができ、駆動電流の乱れを少なくできる。つまり、安定した動作が可能となる。

20 産業上の利用可能性

光ディスク装置や磁気ディスク装置等のモータ駆動機構として用いることが可能である。

請 求 の 範 囲

1. ロータと、ロータを回転させるために磁界を発生する複数相のコイルとからなるモータを駆動するモータ駆動装置であって、
各コイルへの電流供給経路の開閉スイッチとして動作する複数のトランジスタ
5 と、
各コイルの端子電圧に基づいてロータの回転上の位置を検出する位置検出手段と、
前記位置検出手段による検出結果に基づいて、ロータを所定速度で回転させる
ために、前記トランジスタにオン状態とオフ状態との切替えに係るスイッチング
10 動作を行わせるスイッチング制御手段とを備え、
前記スイッチング制御手段は更に、各トランジスタについて所定の周期で当該
トランジスタを所定期間強制的にオフ状態にするよう制御し、
前記位置検出手段は、前記スイッチング制御手段がトランジスタを強制的にオ
フ状態にしている期間内にのみ前記位置の検出を行う
15 ことを特徴とするモータ駆動装置。
2. 前記ロータは、永久磁石を有し、
前記各コイルはステータに配置されており、
前記モータ駆動装置は更に、電力供給源となる直流電源手段を備え、
20 前記複数のトランジスタは、前記直流電源手段の一方の端子側から前記各コイルの一端への電流供給経路の開閉スイッチとして動作するトランジスタ群と、前記直流電源手段の他方の端子側から前記各コイルの一端への電流供給経路の開閉
スイッチとして動作するトランジスタ群とからなり、
前記スイッチング制御手段は、前記強制的なオフ状態への制御を、少なくとも
25 一方の前記トランジスタ群の各トランジスタを対象として行う
ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。
3. 前記位置検出手段は、前記スイッチング制御手段が前記強制的なオフ状態へ
制御を行う際の、オン状態からオフ状態への変化時点から所定時間においては前
30 記位置の検出を抑止し、

前記スイッチング制御手段による強制的なオフ状態への制御に係る前記所定期間は、前記所定時間より長いことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

5 4. 前記モータ駆動装置は更に、前記ロータの回転速度が所定速度以上であるか否かを判定する回転速度判定手段を備え、

前記位置検出手段は、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合には、少なくともトランジスタがオン状態にされている期間において前記位置の検出を行う

10 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

5. 前記スイッチング制御手段は、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合には前記強制的なオフ状態への制御を抑止する

ことを特徴とする請求の範囲第4項記載のモータ駆動装置。

15

6. 前記位置検出手段は、前記回転速度が所定速度以上でないと判定された場合に、前記スイッチング制御手段が前記強制的なオフ状態へ制御を行う際の、オン状態からオフ状態への変化時点から第1時間においては前記位置の検出を抑止し、前記回転速度が所定速度以上であると判定された場合に、トランジスタがオフ状

20 態からオン状態に変化した時点から第2時間においては前記位置の検出を抑止し、前記スイッチング制御手段による強制的なオフ状態への制御に係る前記所定期間は、前記第1時間より長い

ことを特徴とする請求の範囲第4項記載のモータ駆動装置。

25 7. 前記回転速度判定手段は、前記位置検出手段による位置の検出結果に基づいて前記判定を行う

ことを特徴とする請求の範囲第4項記載のモータ駆動装置。

8. 前記スイッチング制御手段は、所定のトランジスタを一定周期毎にオン状態30 にさせ、当該オン状態にさせる直前に特定時間だけオフ状態にする

ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

9. 前記スイッチング制御手段が、前記強制的にオフ状態にする前記所定の周期は、 $1/20000$ 秒以下である

5 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

10. 前記位置検出手段は、前記各コイルの端子電圧と、前記全コイルの中点電圧又は前記各コイルの端子電圧から擬似的に構成した中点電圧とを比較することにより、ロータの前記位置を検出する

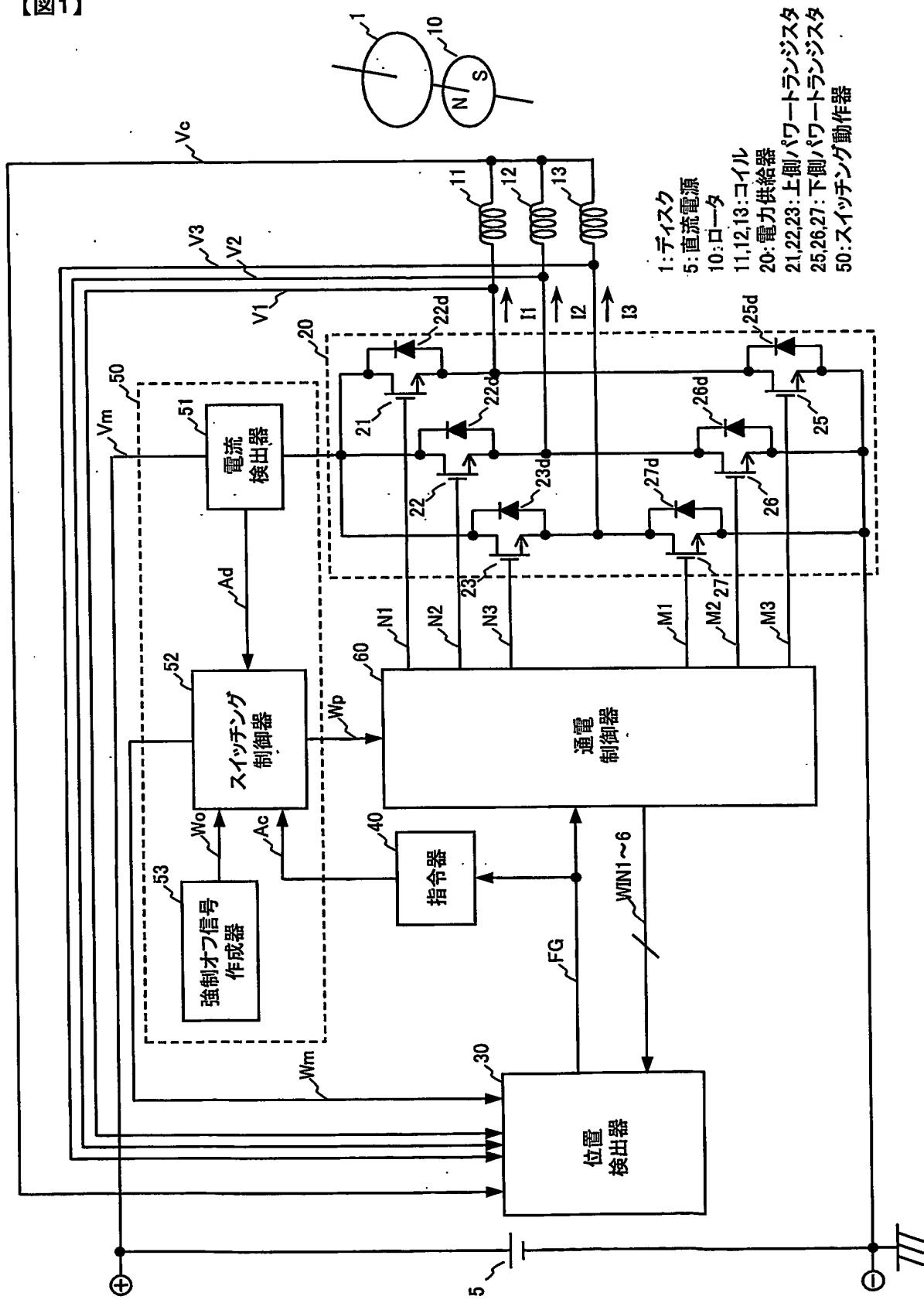
10 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

11. 前記スイッチング制御手段が、前記強制的にオフ状態にする制御を行う期間は前記各コイルの駆動電流が0となる区間を含む期間であり、

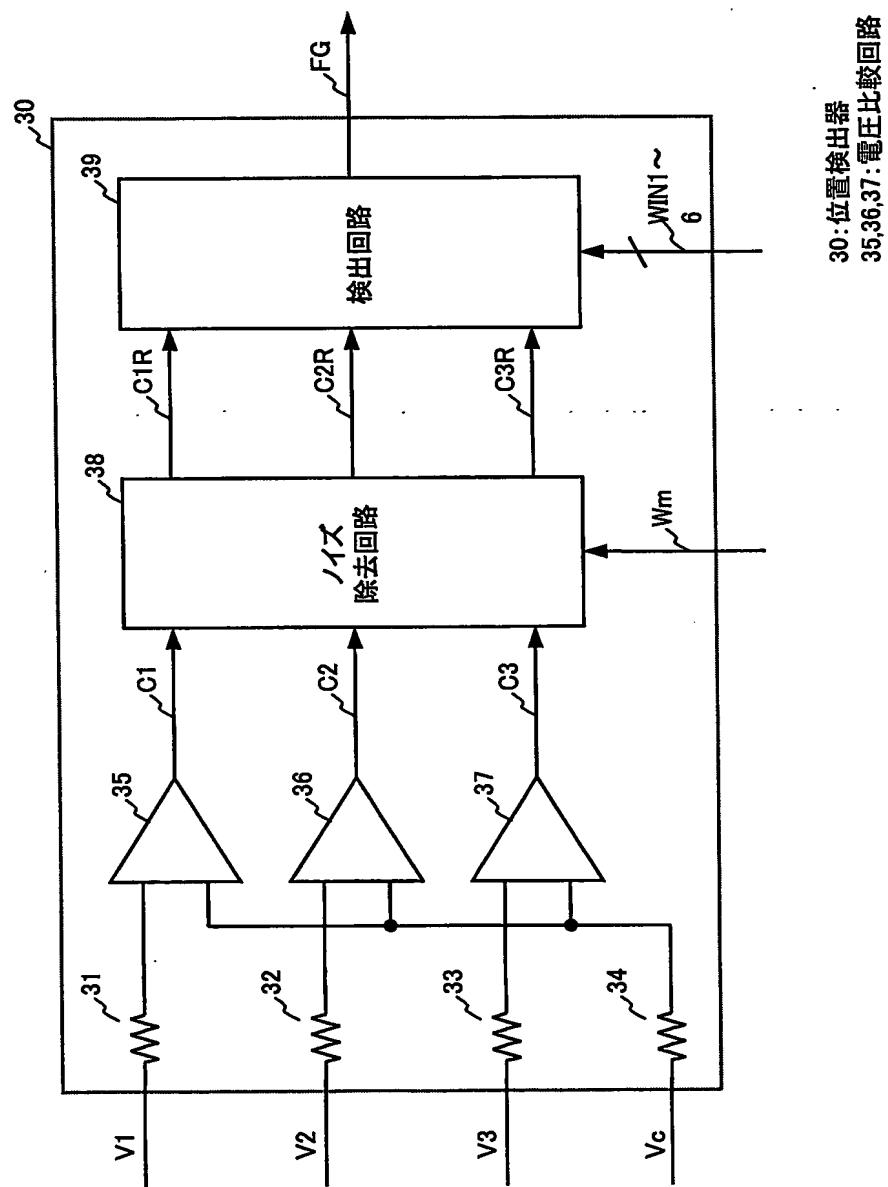
前記位置検出手段は、前記区間において前記位置の検出を行う

15 ことを特徴とする請求の範囲第1項記載のモータ駆動装置。

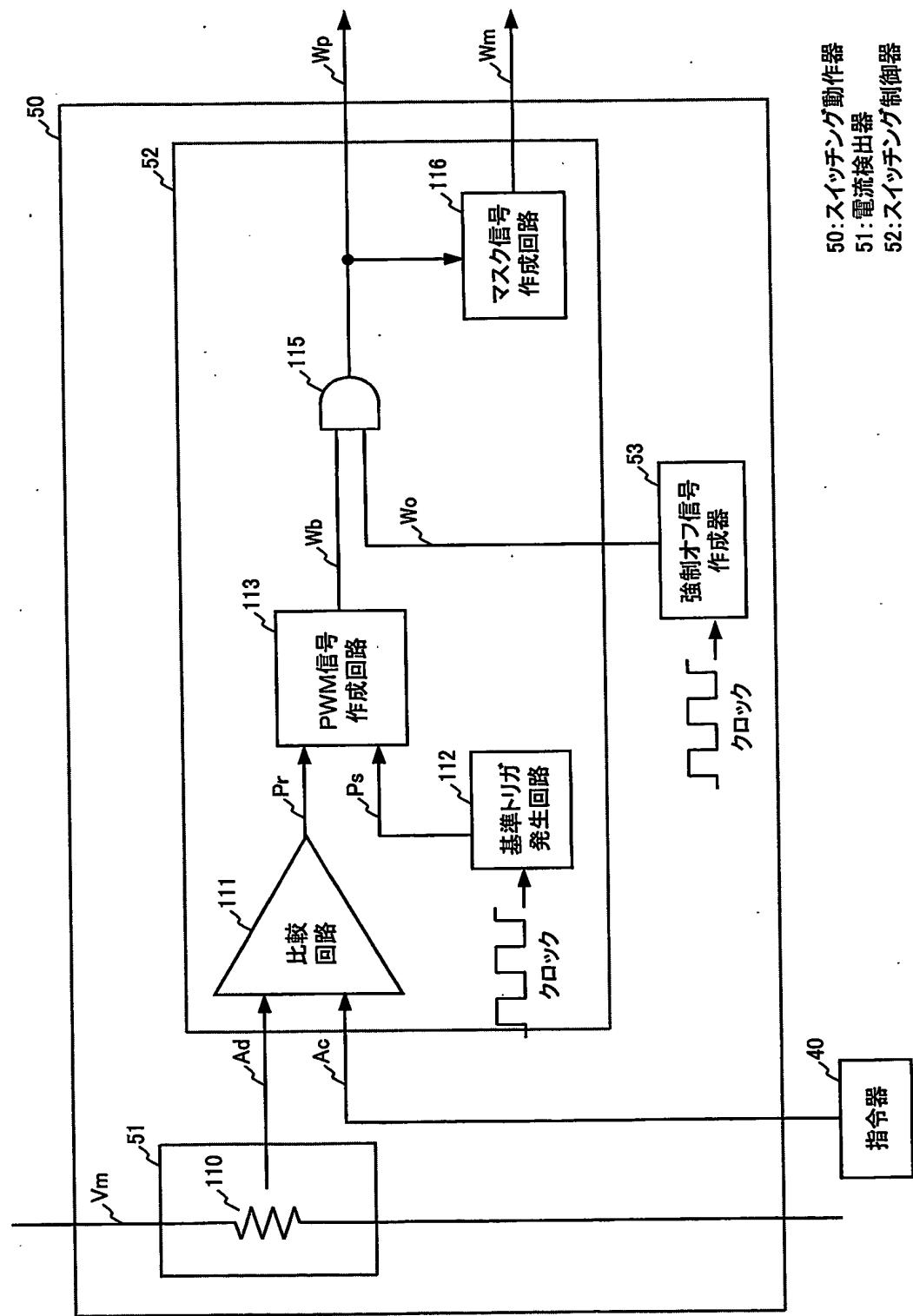
【図1】



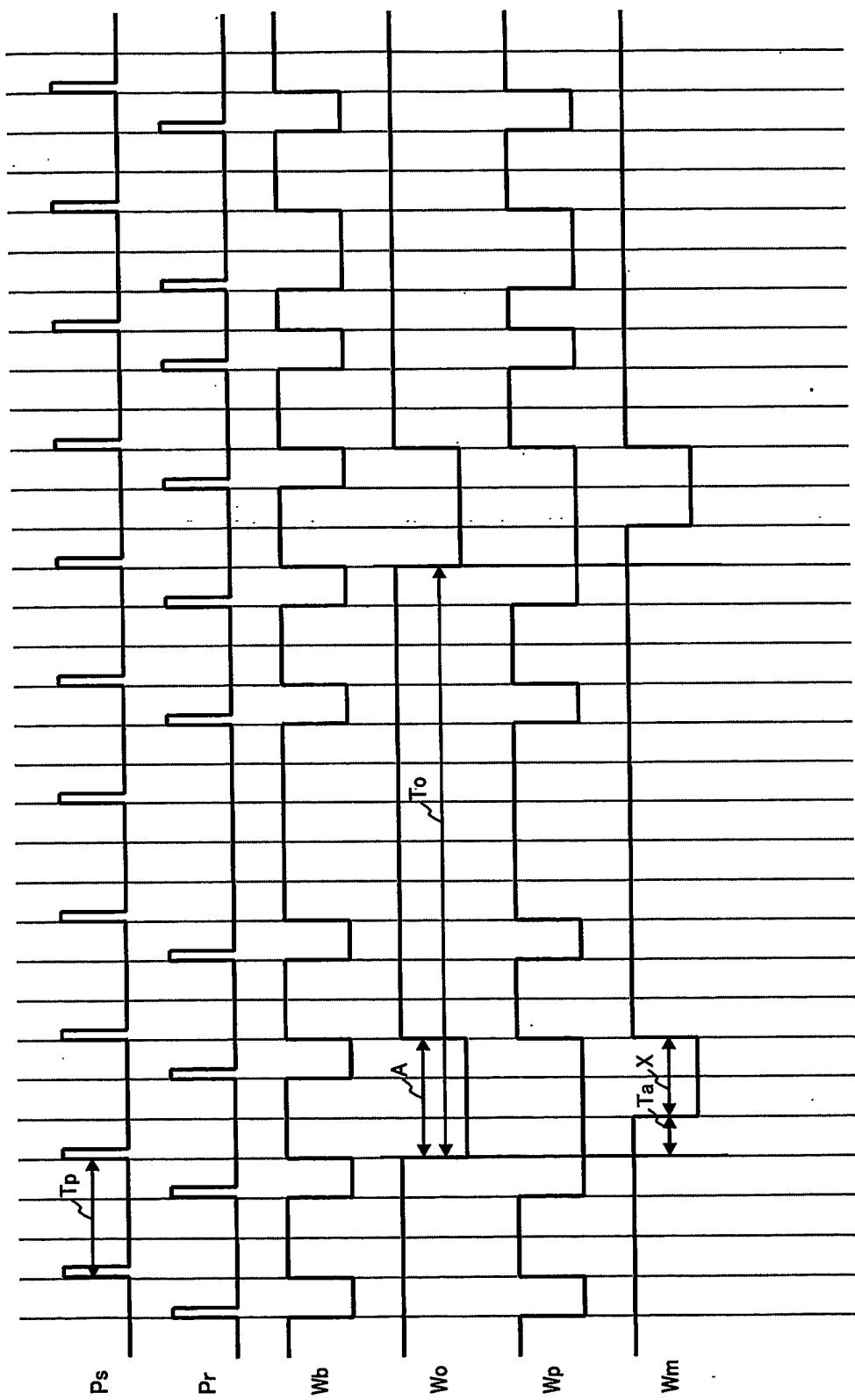
【図2】



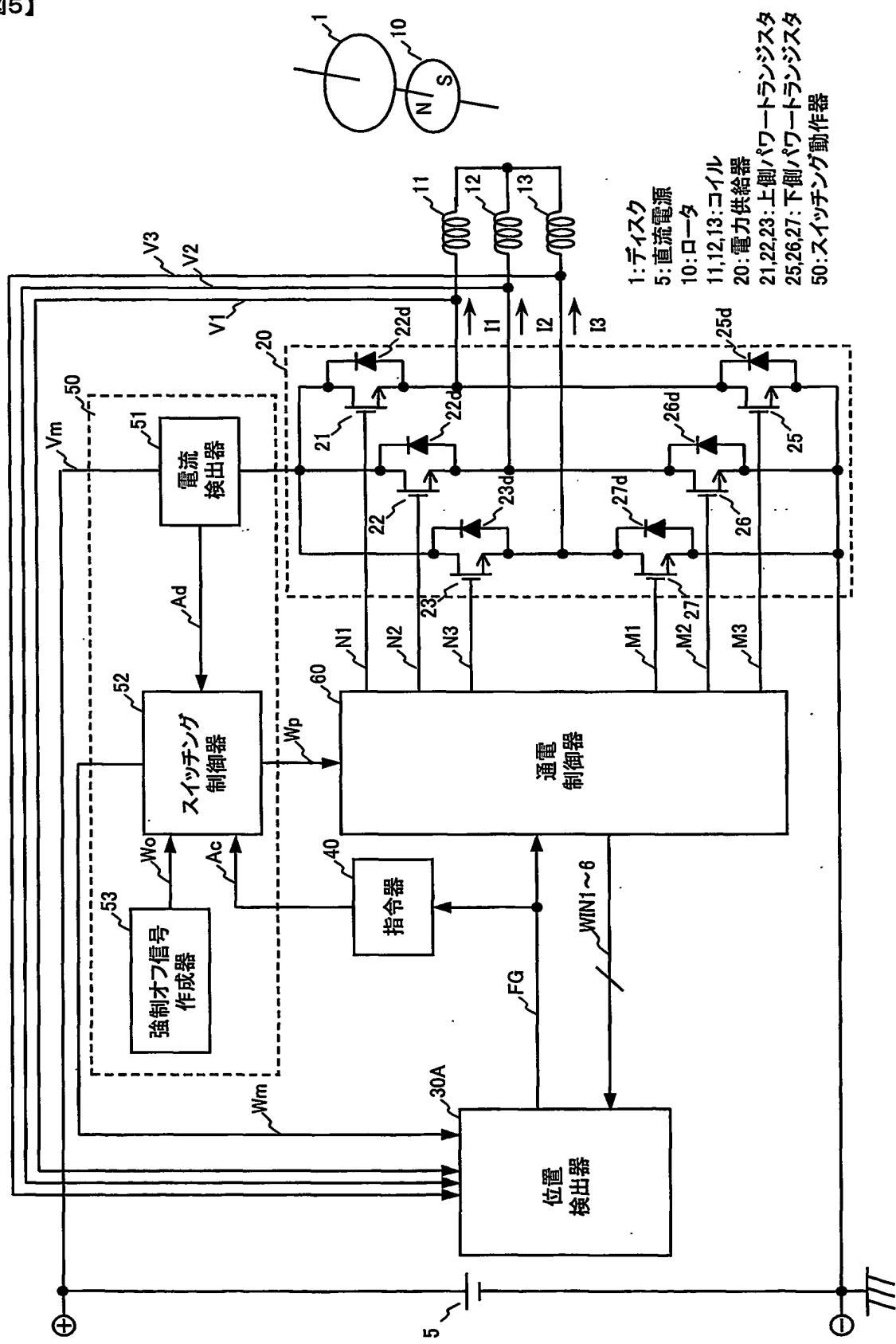
【図3】



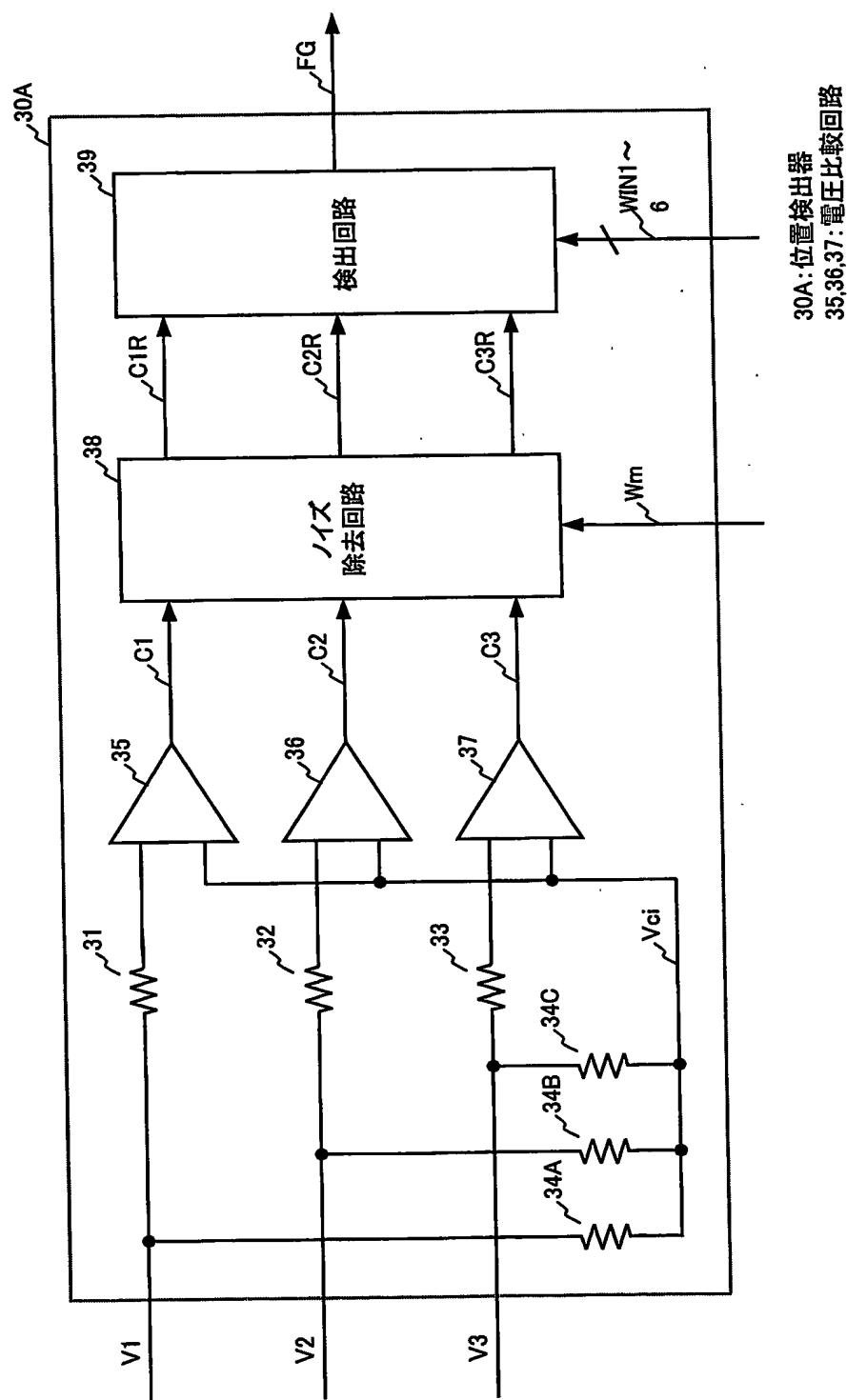
【図4】



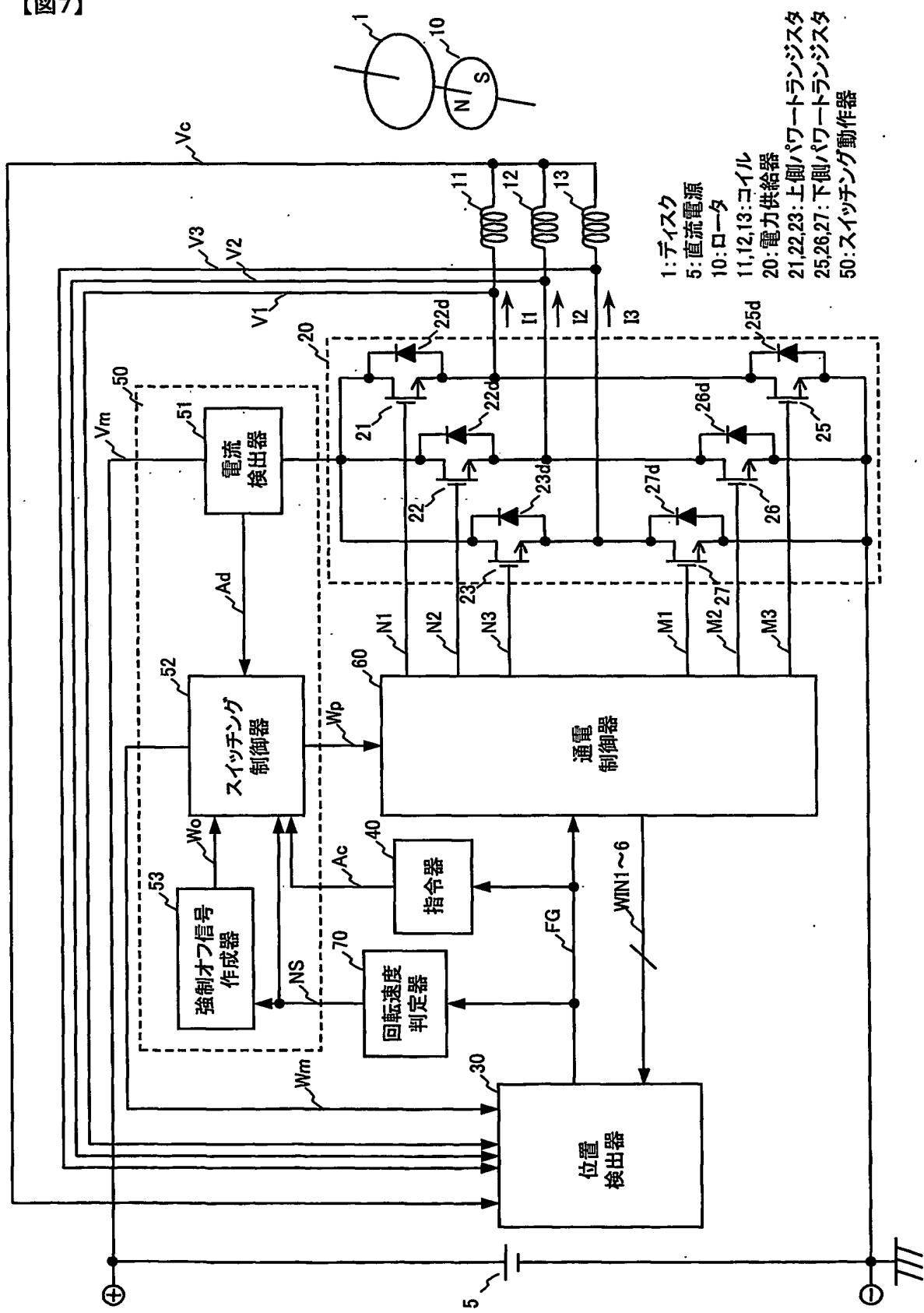
【図5】



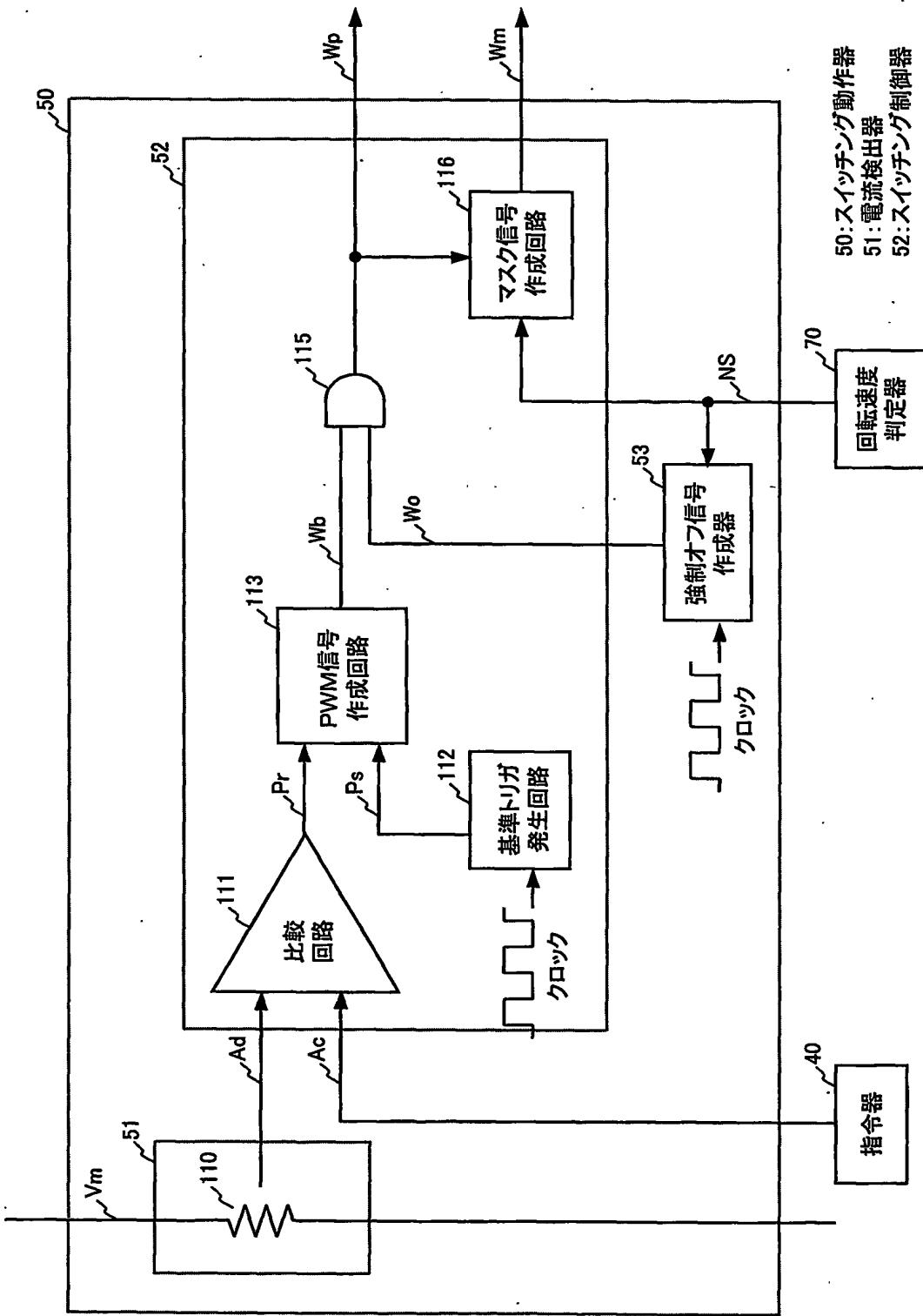
【図6】



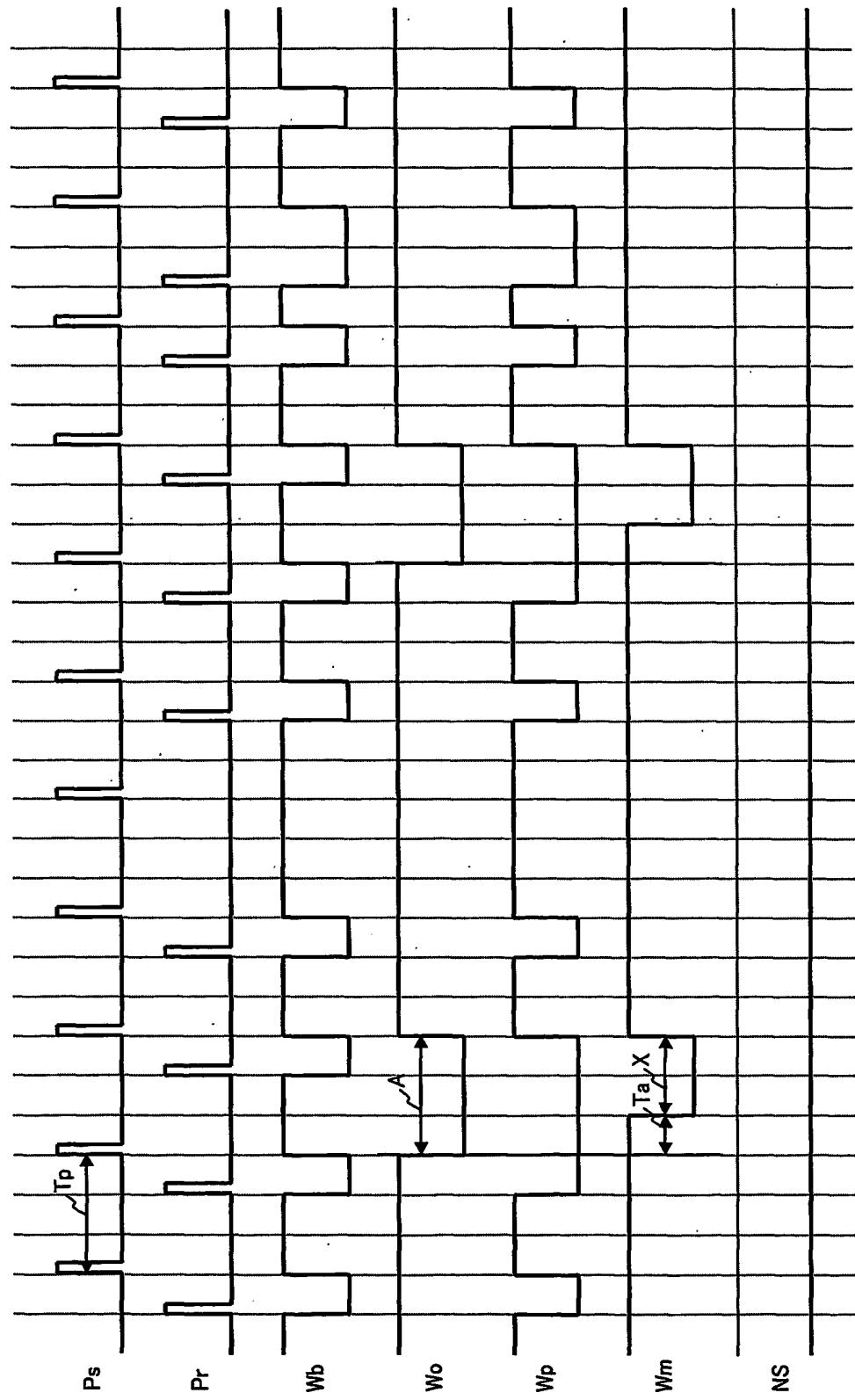
【図7】



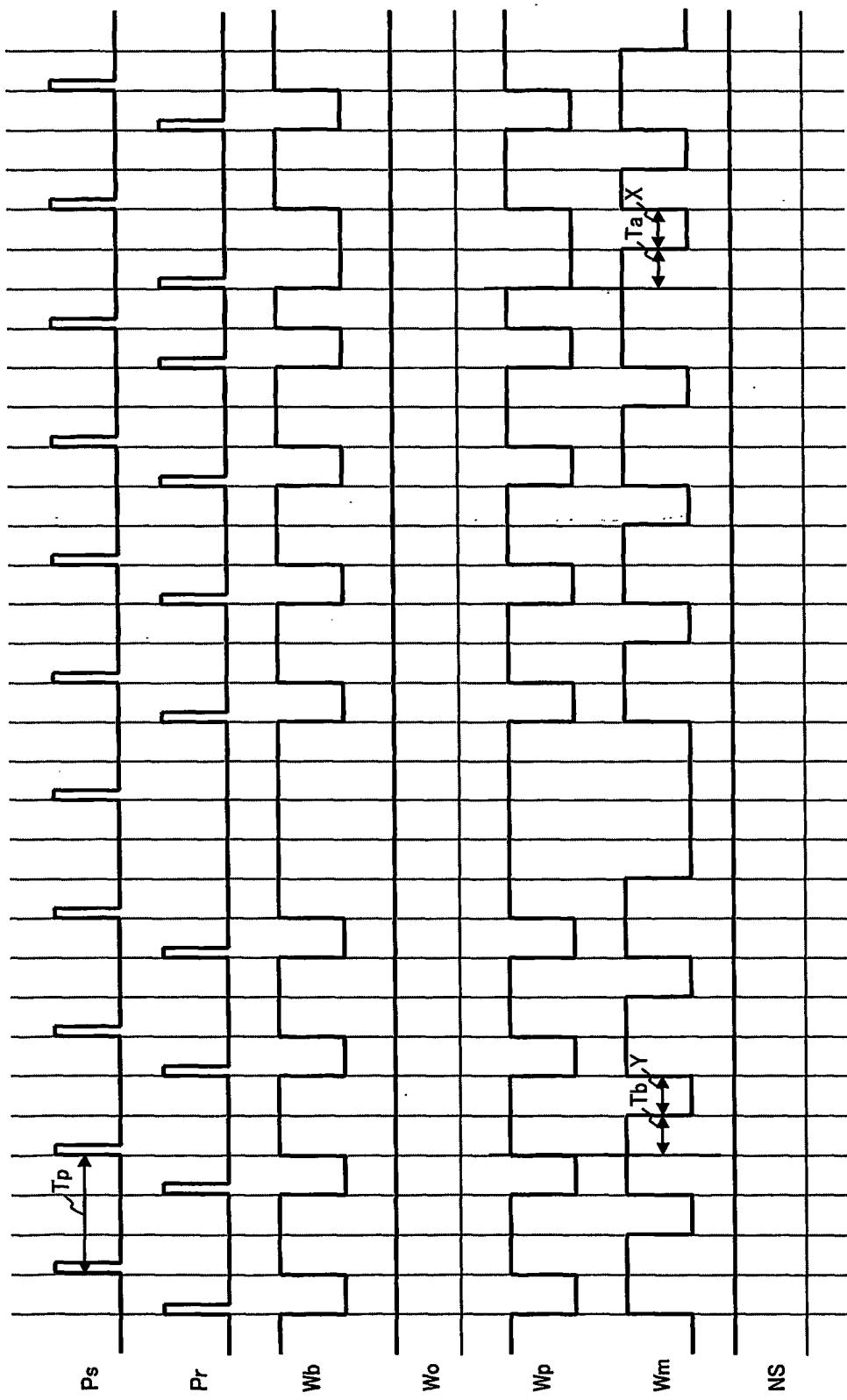
【図8】



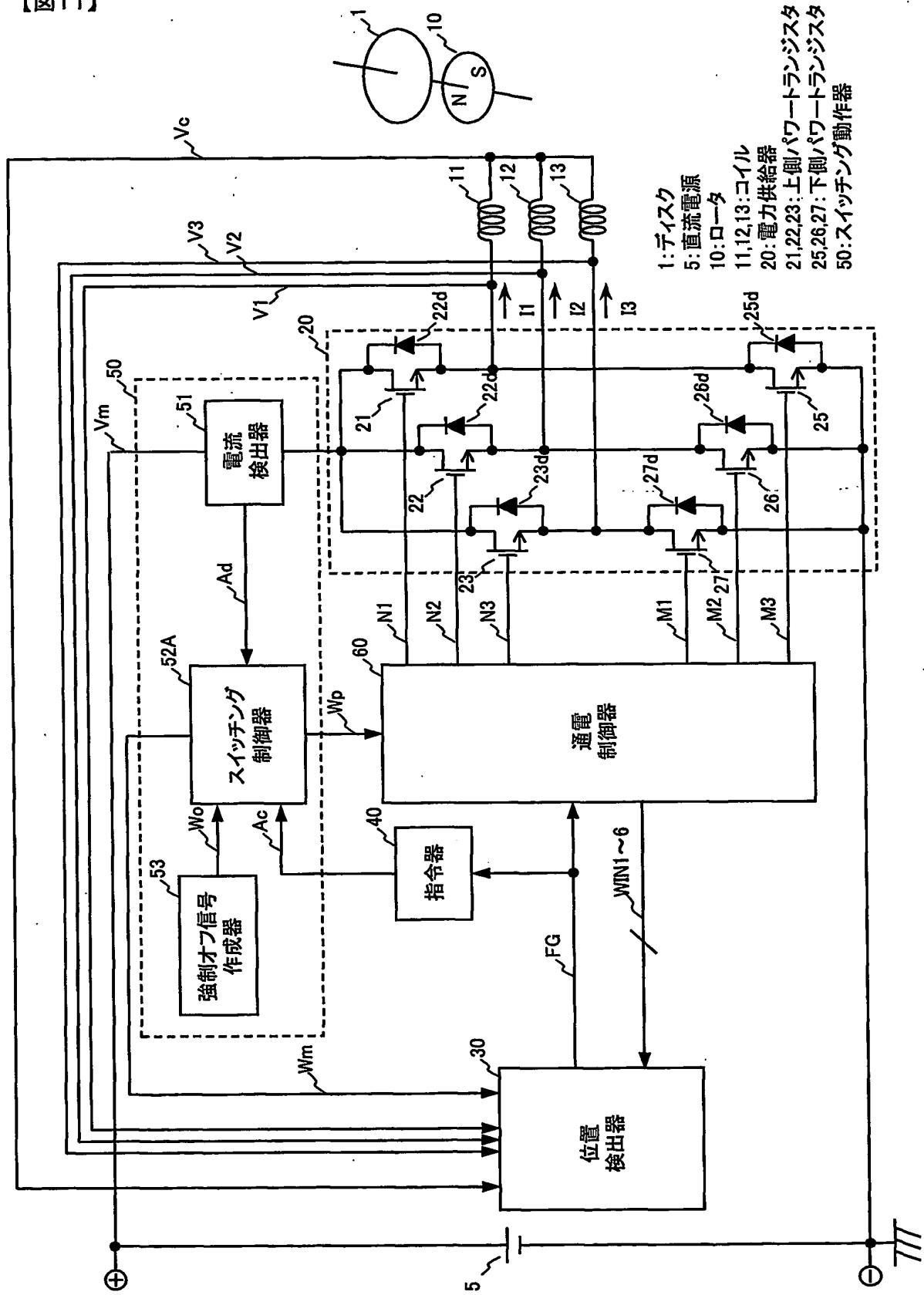
【図9】



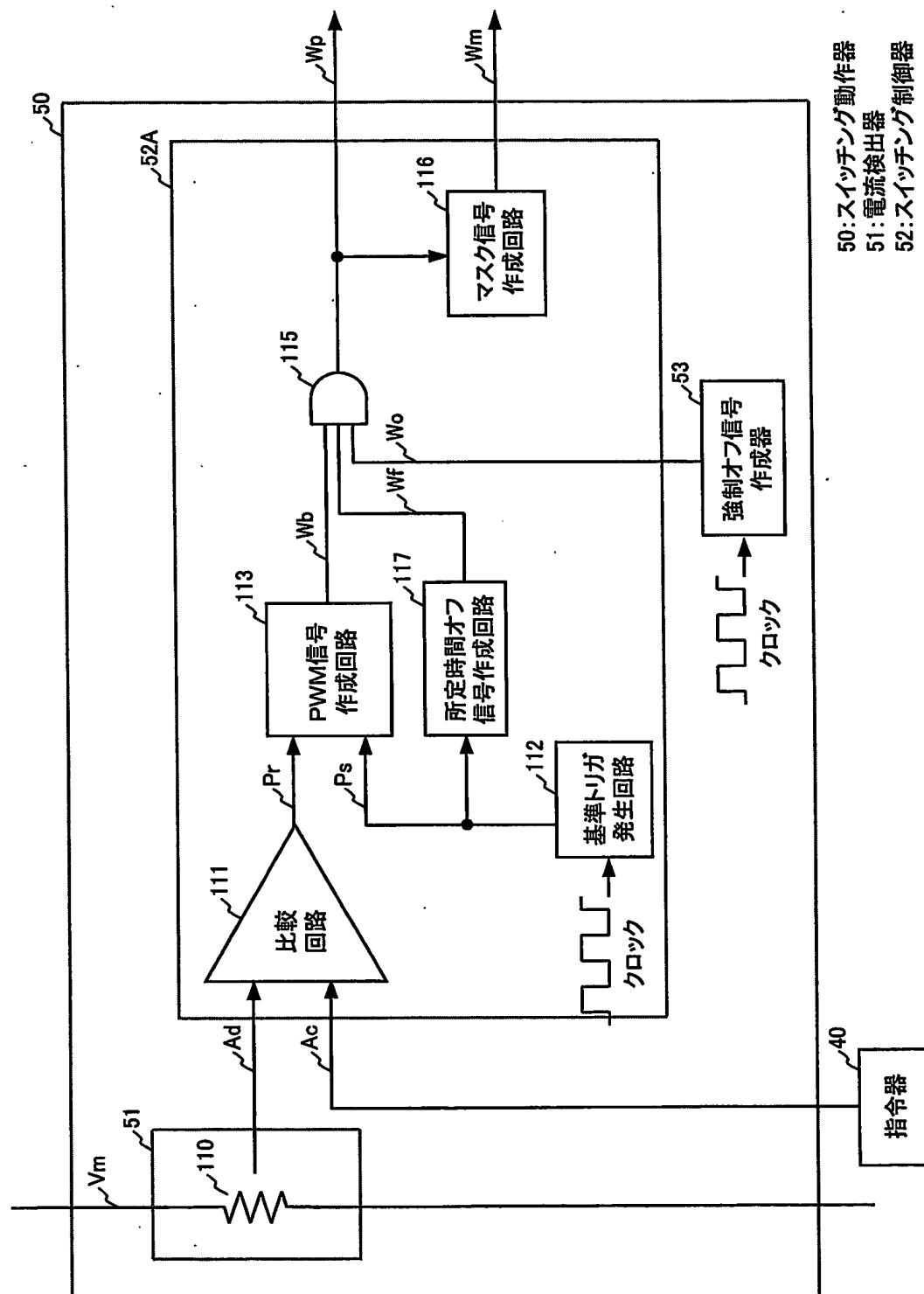
【図10】



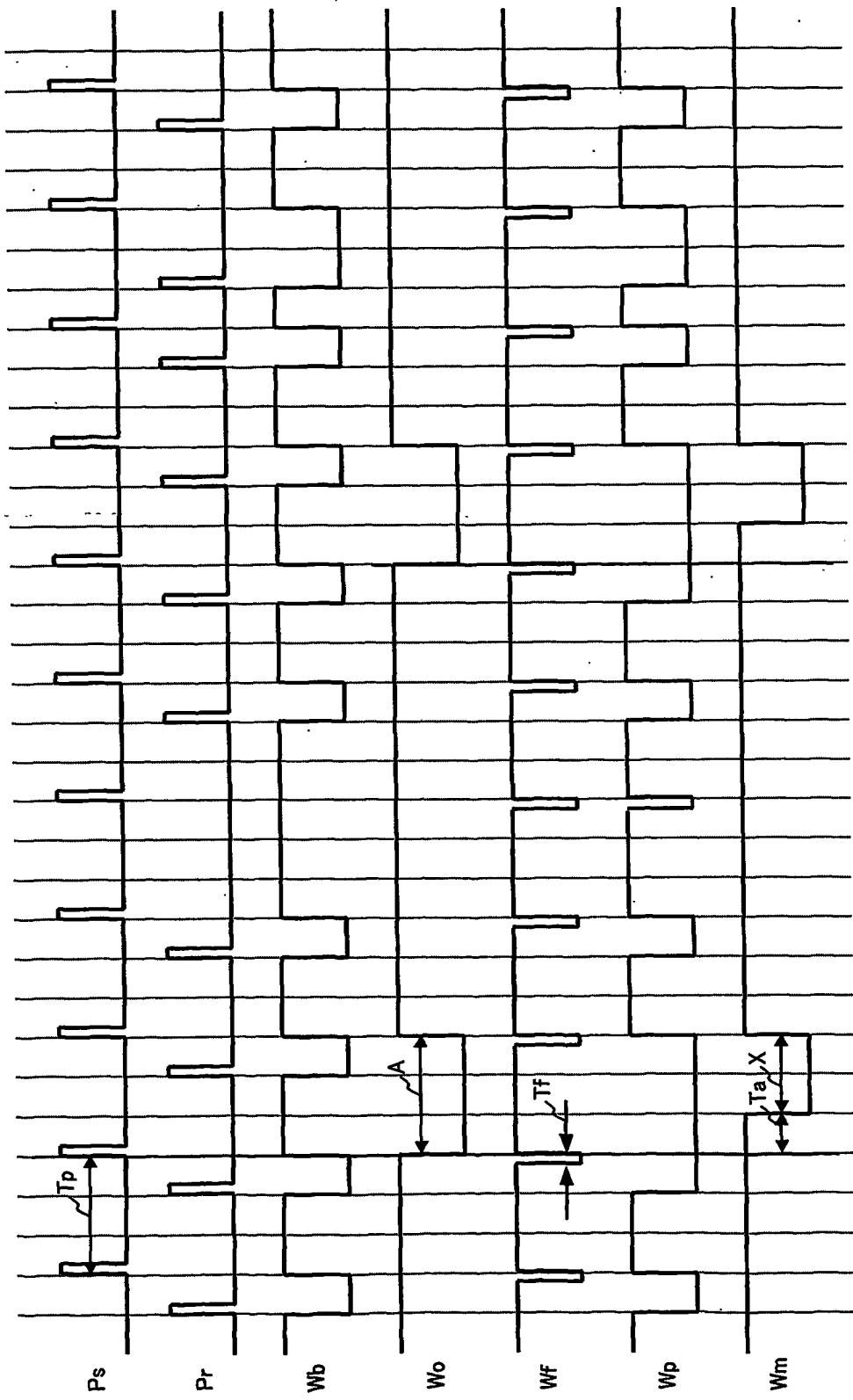
【図11】



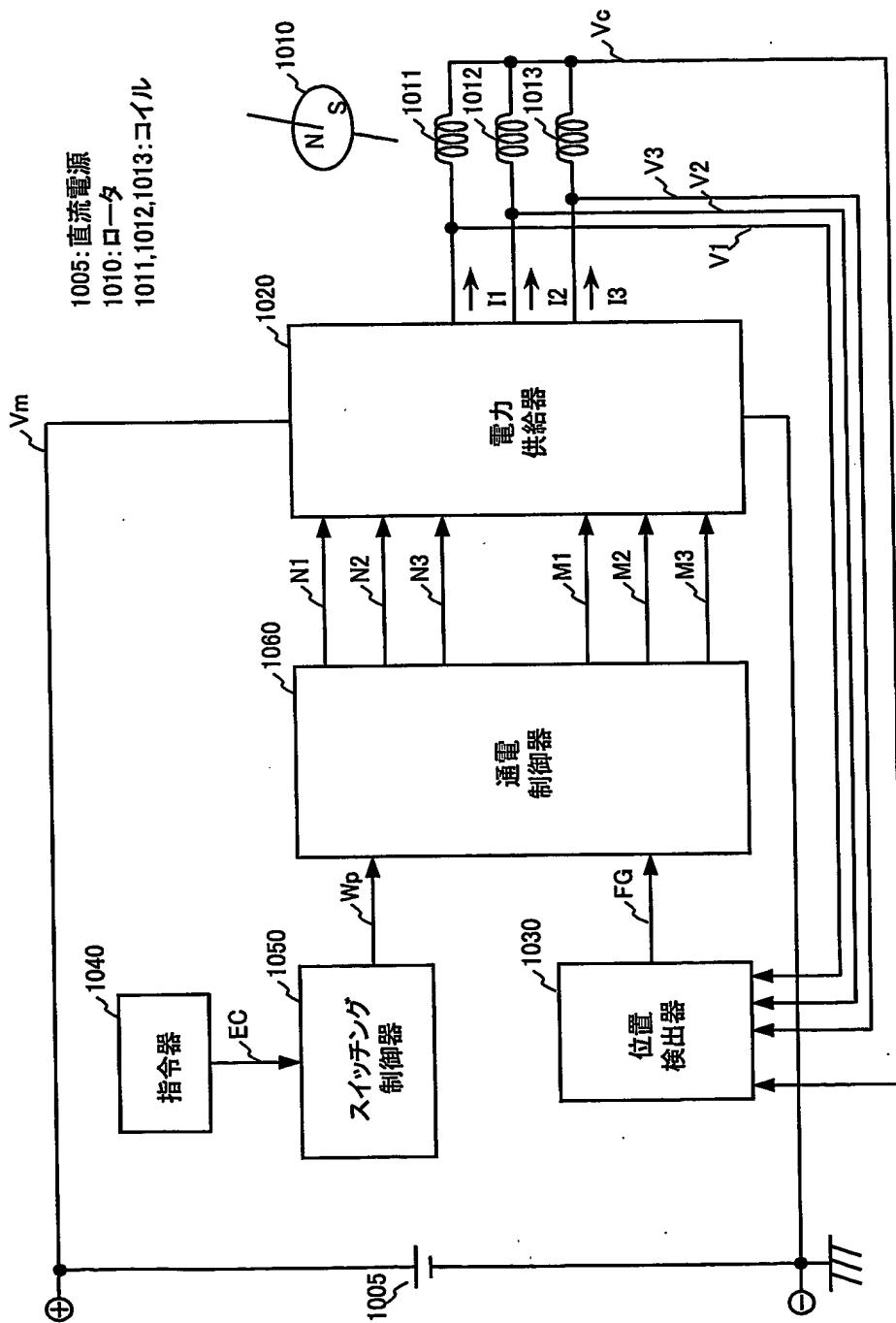
【図1.2】



【図13】



【図14】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13480

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02P21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP 1220439 A2 (HONDA GIKEN KOUGYOU KABUSHIKIGAISHA), 03 July, 2002 (03.07.02), All pages & JP 2002-199776 A (HONDA GIKEN KOUGYOU KABUSHIKIGAISHA), All pages	1-3, 8-11 4-7
Y A	EP 1098431 A1 (HITACHI, Ltd.), 09 May, 2001 (09.05.01), All pages & JP 2000-37089 A All pages	1-3, 8-11 4-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search 10 February, 2004 (10.02.04)	Date of mailing of the international search report 09 March, 2004 (09.03.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))
Int. C17 H02P 21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C17 H02P 21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2004
日本国登録実用新案公報	1994-2004
日本国実用新案登録公報	1996-2004

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	EP 1220439 A2 (HONDA GIKEN KOUNG YOU KABUSHIKI GAISHA), 03.07.2002, 全頁, & JP 2002-199776 A (本田技研工業株式会社), 全頁	1-3, 8-11 4-7
Y A	EP 1098431 A1 (HITACHI, Ltd), 09.05.2001, 全頁, & JP 2000-37089 A, 全頁	1-3, 8-11 4-7

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 10.02.2004	国際調査報告の発送日 09.3.2004
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 千馬 隆之 電話番号 03-3581-1101 内線 3356